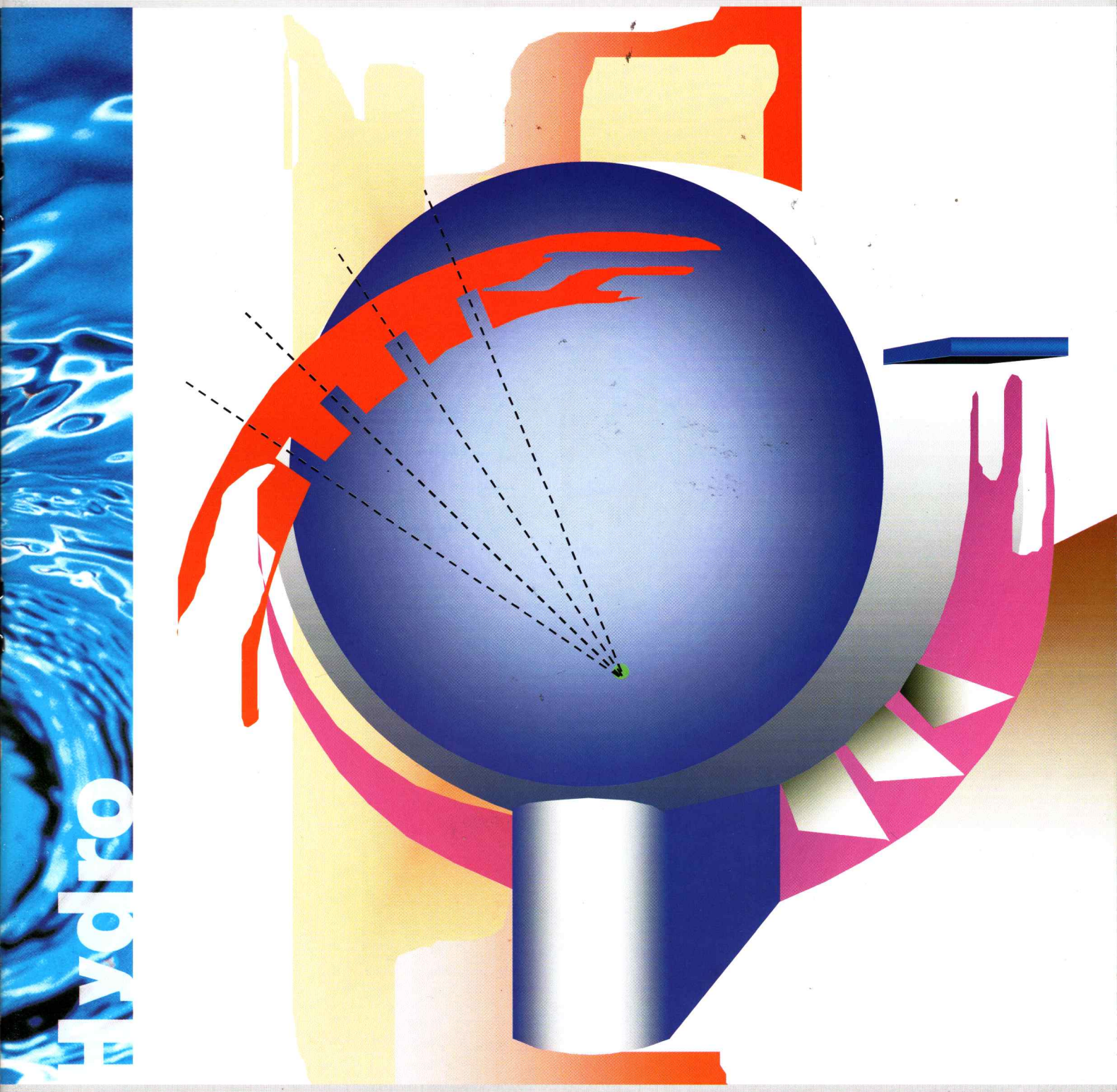
VA TECH

VA TECH ELIN

BULB-TYPE GENERATOR
GERADOR TIPO BULBO



ELIN

INTRODUCTION
INTRODUÇÃO

The growing demand for energy by the world's population calls for optimal utilisation of water power. For environmental as well as economical reasons, more and more low-head run of the river power plants are being built or added to existing dams. The refurbishment of existing power plants using state-of-the-art high-efficiency equipment is also gaining importance.

Bulb turbines and bulb generators are installed wherever economical solutions are required.

Compared to conventional vertical Kaplan units, bulb-type generators offer many advantages:

- improved hydroelectric efficiency due to horizontal water flow
- operation at a broader range of heads possible
- reduced power house dimensions
- less excavation work
- lower civil engineering and construction costs
- shorter erection times
- improved accessibility of turbine components for repair and maintenance
- high environmental acceptability

VA TECH ELIN has more than 30 years of experience with this type of generator.

As per July 1999, VA TECH ELIN generators totalling a capacity of over 3,700 MVA were in operation or under construction.

150 bulb-type generators are operating in 50 power plants all over the world, representing an overall operation time of more than 2000 machine years.

VA TECH ELIN holds a share of more than 50% in the global bulb-type generator market with units of an output exceeding 5 MVA put into service during the last 15 years.

Over the past 10 years, VA TECH ELIN's design has become the standard design worldwide and is followed or copied by many other producers.

Bulb-type generators and VA TECH ELIN are synonymous concepts.

A demanda crescente de energia da população mundial exige a utilização otimizada de energia hidráulica. Por razões ambientais e econômicas usinas fio d'água em rios de fluxo corrente com alturas de queda cada vez menores vem sendo construídas ou acrescentadas à barragens já existentes. A modernização de usinas existentes com equipamentos mais modernos e eficientes também vem ganhando importância.

Turbinas e geradores tipo bulbo são instalados sempre que se requer soluções econômicas.

Comparadas com as unidades convencionais Kaplan verticais, as aplicações do tipo bulbo têm várias vantagens:

- maior eficiência hidráulica devido à passagem da água horizontal
- possibilidade de operação em grandes variações de altura da queda
- dimensões reduzidas da casa de forças
- escavações pouco profundas
- baixos custos de engenharia e construção civis
- período de montagem menor
- melhor acesso às partes da turbina para serviços de manutenção e reparos
- alta aceitação ambiental

VA TECH ELIN possui mais de 30 anos de experiência neste tipo de gerador.

Em julho de 1999 encontram-se em operação ou em construção Geradores VA TECH ELIN com uma capacidade total de 3700 MVA.

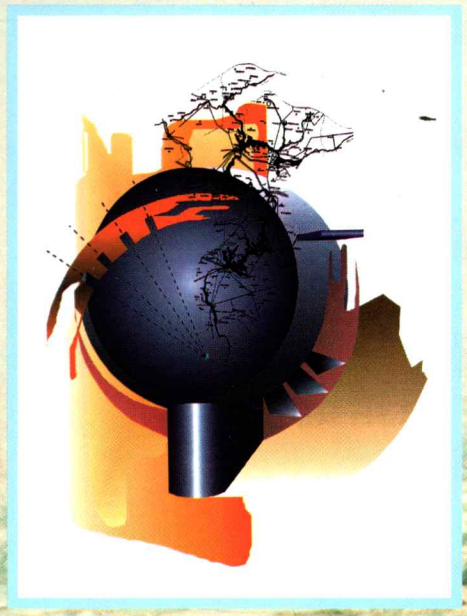
150 geradores tipo bulbo operam em 50 usinas hidrelétricas em todo o mundo e representam um tempo de operação total de mais de 2000 máquinas/ano.

VA TECH ELIN possui uma participação de mais de 50% no mercado global de geradores tipo bulbo acima de 5 MVA, instalados nos últimos 15 anos.

Nos últimos 10 anos, o design VA TECH ELIN tornou-se padrão mundial e é seguido ou copiado por muitos outros fabricantes.

Geradores tipo bulbo e VA TECH ELIN - sinônimos de um conceito único.

Hydro



COOLING SYSTEM
SISTEMA DE RESFRIAMENTO

Because the generator is inside an enclosure directly in the water passage, the river water lends itself ideally as a cooling agent. Cooling is primarily effected by forced air, which can be recooled by the river water in different ways.

Bulb-type generators with a core attached close to the generator casing disperse losses directly into the river water. A permanently elastic core embedding material with good thermal conductivity ensures high and durable heat transfer.

The air re-cooling method depends on the generator's rating.

For lower ratings the fin cooling system is applied. The warm cooling air dissipates the heat via the ribbed inside of the bulb nose into the surrounding river water. The cooling air is forced by an axial fan mounted in the center of the bulb nose which restricts the space in this area. Despite a great number of fins being used, the heat transfer capability of this cooling system is relatively small and thus limits the capacity of the generators.

For larger units, the cooling air has to be recooled by air/water coolers.

If sufficient quantities of clean and cool water are available, this can be used in an open circuit (fresh water cooling).

VA TECH ELIN was the first to introduce a cooling system with a closed intermediate cooling water circuit and primarily uses this self-contained cooling water system. By means of conventional air/water heat exchangers, the generator losses are transferred to an intermediate cooling water circuit and dispersed into the river water through surface coolers which are either mounted in the water passage or form an integral part of the bulb. The surfaces in contact with the river water are made of corrosion-resistant material. Intermediate cooling water circulation is accomplished by motor-driven pumps.

Devido à localização do gerador num compartimento no meio da passagem da água, a utilização da água do rio para fins de resfriamento é a solução ideal.

Turbo-geradores com um conjunto de lâminas situado na carcaça do estator dispersam perdas diretamente na água do rio. Um material embebido em núcleo permanentemente elástico com uma boa condutividade térmica assegura transferência de calor alta e duradoura.

O método para o resfriamento do ar depende da potência do gerador.

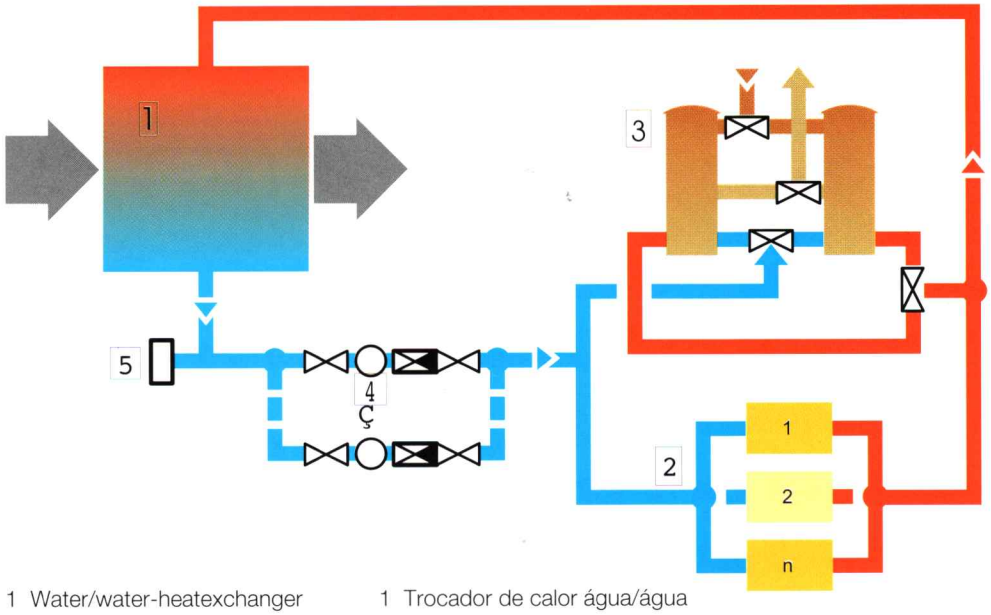
Para baixas potências utiliza-se o sistema de resfriamento por aletas. O ar refrigerado aquecido dissipa o calor através das aletas existentes dentro do bulbo na água do rio ao redor. O ar de resfriamento é forçado por um ventilador axial montado no centro do bulbo, que restringe o espaço nesta área. Apesar de muitas aletas, a capacidade de transmissão de calor com este tipo de resfriamento é relativamente pequena e limita com isto a capacidade dos geradores.

No caso de capacidades mais altas o ar de resfriamento deve ser re-resfriado em resfriadores ar/água.

Dispondo-se de suficiente quantidade de água fria e limpa, a mesma pode ser utilizada em circuito aberto (resfriamento por água fresca).

VA TECH ELIN foi a primeira no mercado a utilizar um sistema de resfriamento intermediário em circuito fechado de água e utiliza primariamente este tipo de sistema de resfriamento de água integrado. Através dos sistemas convencionais de trocadores de calor ar/água, a perda de calor do gerador é transferida a um circuito intermediário de resfriamento de água e transmitida para a água do rio através de um resfriador de superfície, montado na passagem de água ou integrado ao bulbo. As superfícies em contato com a água do rio são feitas de material inoxidável.

A circulação da água de resfriamento é feita por motobombas.



1 Water/water-heatexchanger
2 Air/water-cooler
3 Oil/water-cooler
4 Pumping station
5 Cooling water expansion tank

1 Trocador de calor água/água
2 Resfriador ar/água
3 Resfriador óleo/água
4 Bombas
5 Tanque de expansão para resfriamento de água

The basic advantages of this unique cooling system include:

- excellent heat transfer capability into the river water
- maintenance-free water/water heat exchangers due to smooth and corrosion-resistant surfaces
- corrosion protection of the intermediate water circuit by commercially available additives permits use of standard grade steel piping
- integration of bearing and transformer cooling into generator cooling system possible
- adaptation for power house or weir heating easily possible
- improved efficiency by staggered operation of water circulating pumps
- elimination of cooling water system in the power house (pumps, piping, filters, etc.) and of regular maintenance of water filters
- no discharge of chemically treated cooling water into the river

The cooling air circuit is designed as a closed system. In the preferred arrangement, a relatively large number of air/water heat exchangers and axial fans are placed adjacent to stator and rotor, forming a closed cooling air circuit completely separated from the front end of the bulb.

Compared to a system with only few and consequently large coolers and fans mounted in the center of the bulb and air channels arranged along the sides of the bulb, the VA TECH ELIN design offers the following benefits:

- unrestricted access to bulb nose area, even when the generator is running
- highly improved accessibility and maintainability of the generator and its components
- no contamination of generator by brush or brake dust due to separate compartments
- easy handling due to smaller coolers and fans
- redundant cooling system components largely prevent a reduction of generator ratings with one cooler or fan out of operation

As principais vantagens deste sistema único de resfriamento são:

- Excelente capacidade de condução de calor para a água do rio
- Trocadores de calor à agua/ar livres de manutenção devido às superfícies lisas e inoxidáveis.
- Proteção contra corrosão do circuito de resfriamento intermediário, com aditivos disponíveis no mercado, permitem a utilização de material padrão para o tubo.
- Possibilidade de integração do resfriamento do mancal e do transformador ao sistema de resfriamento do gerador
- Adaptação para aquecimento da casa de força ou da barragem facilmente possível.
- Maior eficiência através de acionamento escalonado das bombas
- Eliminação do sistema de resfriamento de água na casa de força (bombas, tubos, filtros, etc.) e da manutenção frequente dos filtros de água.
- Não há descarga de água tratada quimicamente no rio.

O circuito de resfriamento é projetado como um sistema fechado. Na forma de instalação mais adequada, um número relativamente grande de trocadores de calor à ar/água e ventiladores axiais são montados adjacentes ao estator e ao rotor, formando um circuito de ar completamente separado da parte frontal do bulbo.

Comparado a um sistema no qual são instalados um número menor de resfriadores, conseqüentemente maiores, montados no centro do bulbo e com canais de ar localizados ao longo das laterais do bulbo, o design VA TECH ELIN apresenta as seguintes vantagens:

- acesso irrestrito à extremidade do gerador também com a máquina em operação
- acesso e possibilidades de manutenção do gerador e seus componentes totalmente aprimorados
- gerador é mantido limpo, livre de poeira de combustível pulverizado ou de escovamento, devido à montagem em compartimentos separados.
- manutenção fácil dos resfriadores e ventiladores pequenos.
- não há redução da capacidade do gerador, ou esta é mínima, ou de redundância nos componentes do sistema de resfriamento, quando da queda de um resfriador ou ventilador.

FORCE TRANSFER
TRANSFERÊNCIA DE ESFORÇOS

The forces generated by the bulb-type unit such as weight, buoyancy, hydraulic thrust, load and failure torques have to be transferred to the power house structure via a short and well defined path. The constraining forces resulting from the thermal behaviour of the unit require special consideration.

For smaller units with ratings up to 5 MVA, two support pedestals below the generator stator are often used.

A rigid vertical column is recommended for larger units, with the axial and radial forces and torques being transferred to the power house. The column connects the inner and outer turbine stay ring and also serves as an access shaft to the turbine section.

The generator stator, forming part of the bulb, is bolted to the rigid up-stream flange of the inner turbine stay ring, which also supports the combined generator thrust and guide bearing.

This design provides significant advantages such as:

- shortest path for transfer of forces to the power house
- well defined transfer of forces
- clear separation of generator and turbine areas and scopes of supply
- straightforward generator and turbine alignment with a common plane of reference
- simple installation sequence
- adequate space for and accessibility of the components in the bulb nose

The front part of the bulb is centered by two horizontal stabilizers.

A vertical support carries part of the weight of the generator during installation as well as the buoyancy forces of the bulb during operation. A special design ensures that there are no constraining forces resulting from thermal influences.

Os esforços gerados pela unidade turbo-geradora, peso, forças de flutuação, empuxo hidráulico, carga e torque de falhas devem ser transmitidos para a estrutura da casa de força por um caminho rápido e bem definido. Deve ser dada atenção especial às forças de contração/expansão provocadas pelo comportamento térmico da unidade.

Para máquinas pequenas com potência até 5 MVA utiliza-se freqüentemente dois pedestais de apoio abaixo do estator do gerador.

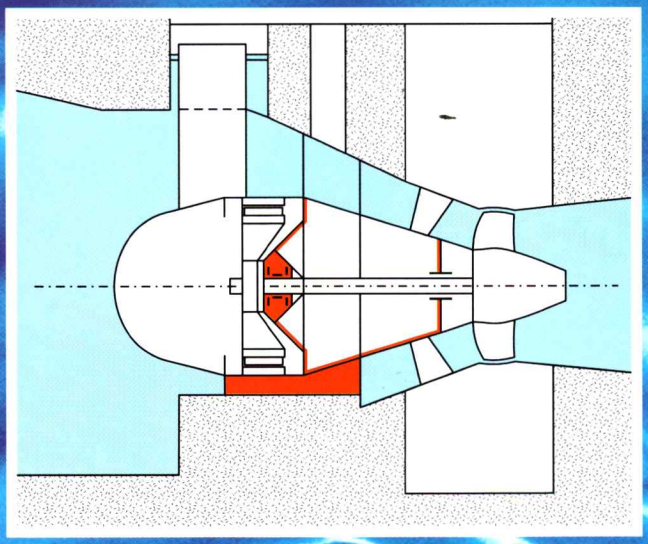
Para unidades maiores, recomenda-se uma coluna vertical rígida, transferindo-se as forças axiais e radiais e os torques à casa de força. A coluna é ligada aos anéis estacionários interno e externo da carcaça da turbina e serve ao mesmo tempo como poço de acesso à seção da turbina.

O estator do gerador, formando parte do bulbo, está aparafusado ao flange rígido de montante da carcaça interna da turbina, o qual sustenta também o mancal combinado escora/guia do gerador.

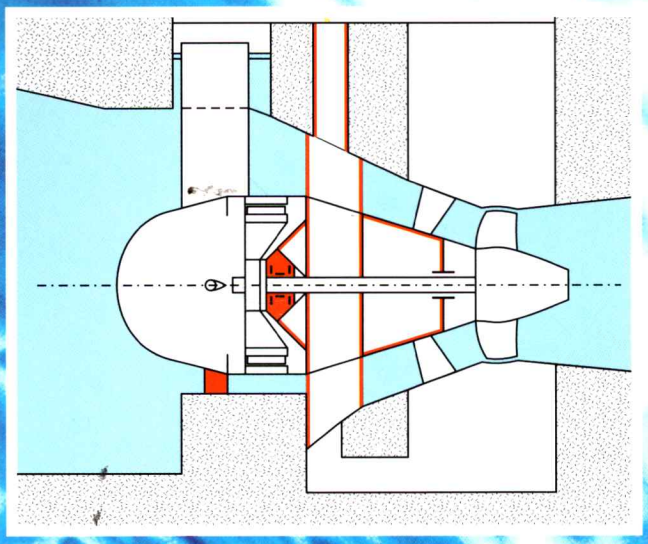
Esta concepção apresenta vantagens significativas, como:

- transmissão de esforços à estrutura da casa de força por via mais rápida
- força de transmissão bem definida
- separação clara das áreas do gerador e da turbina e do escopo de fornecimento
- alinhamento simples do gerador e da turbina com uma superfície de referência comum
- seqüência de montagem simples
- espaço suficiente e acesso fácil para os componentes do gerador na extramidade do bulbo

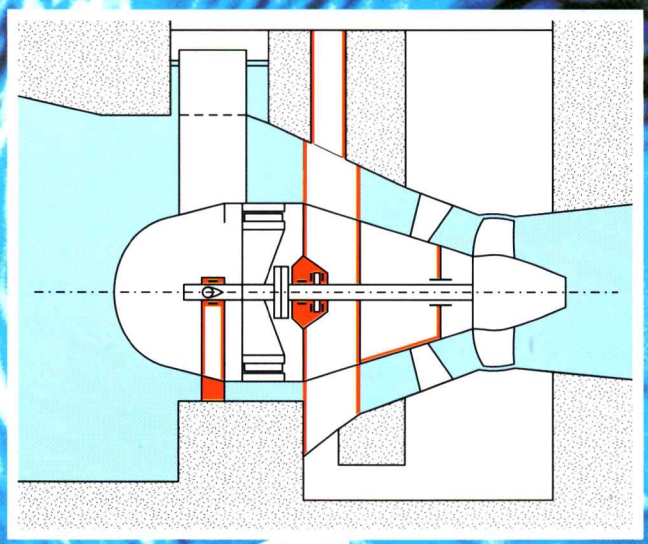
Dois estabilizadores horizontais estabilizam a extremidade do bulbo. Um suporte vertical sustenta em parte o peso do gerador durante a montagem e mais tarde as forças de flutuação do bulbo. Um projeto especial assegura de que não ocorram forças de contração/expansão provocadas por influências térmicas.



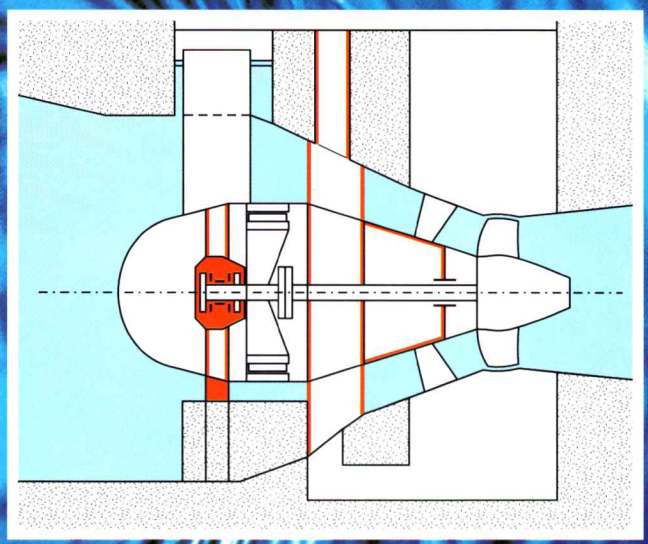
Turbine generator unit connected to two supports below generator and turbine
Unidade turbina-gerador com dois pedestais de apoio abaixo do estator do gerador



Two bearing design with overhung rotor
Projeto de dois mancais com rotor sobressalente

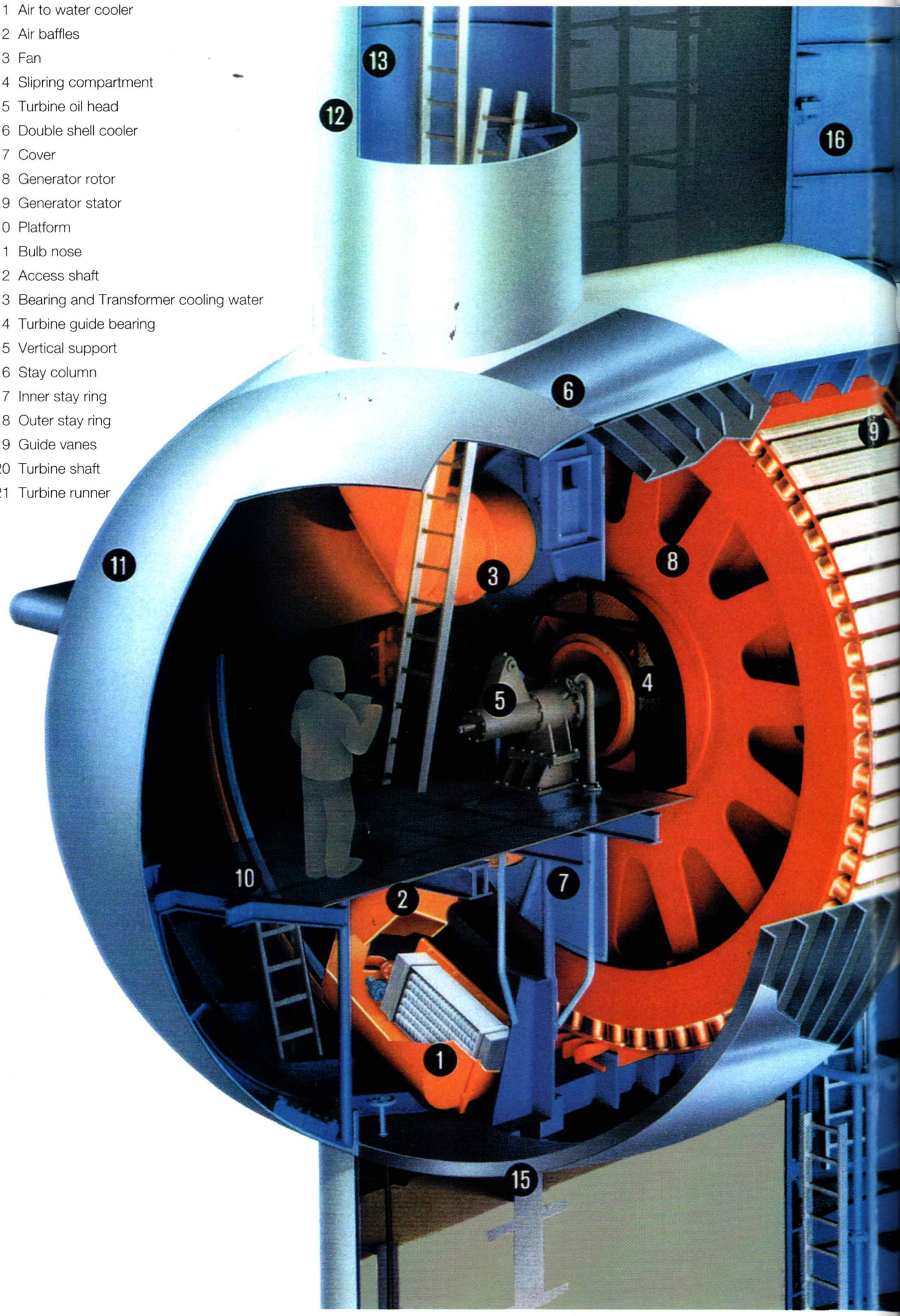


Three bearing design with guide bearing in the bulb nose
Projeto de três mancais com mancal guia na extremidade do gerador

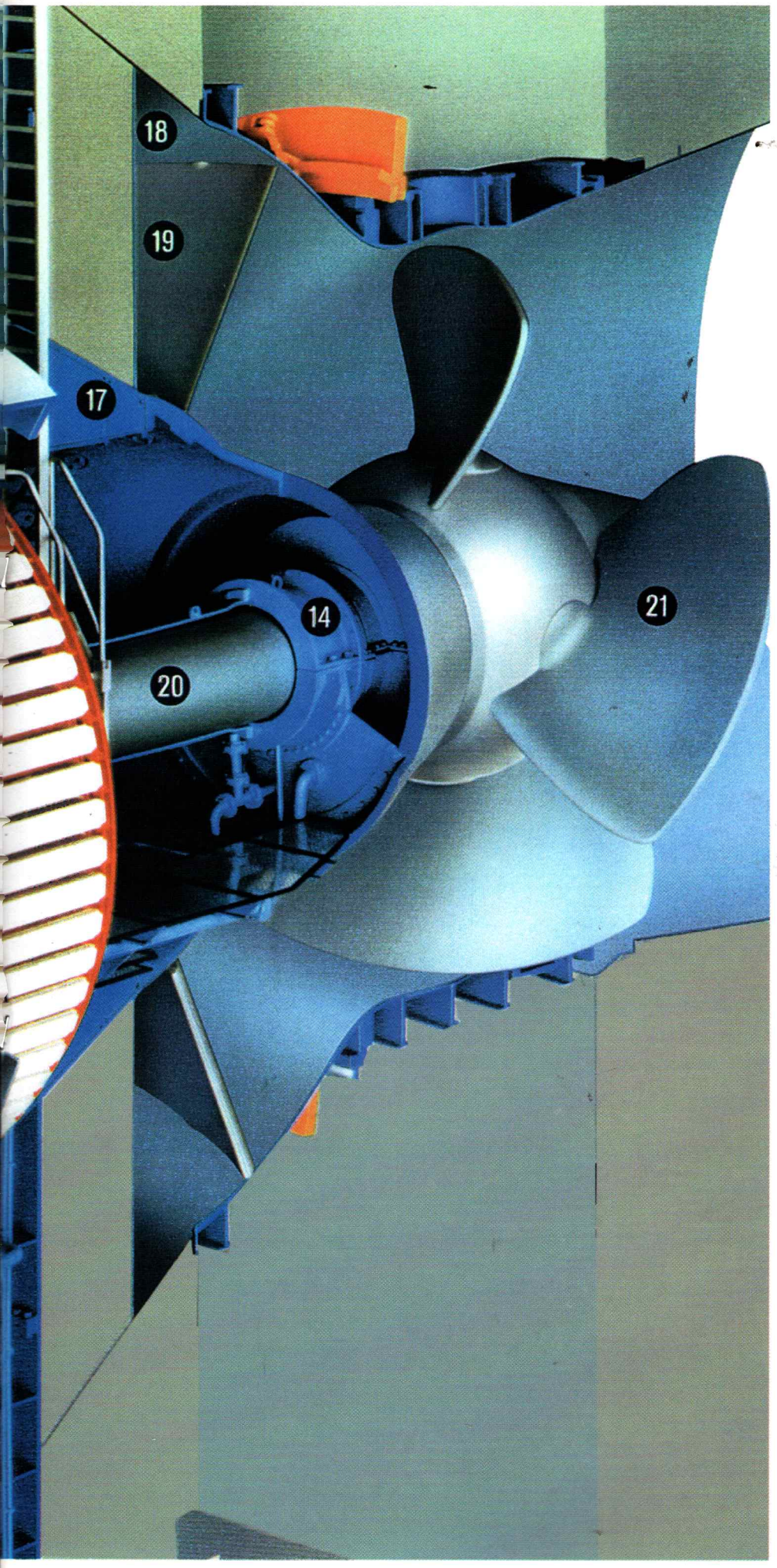


Two bearing design with combined thrust and guide bearing in the bulb nose
Projeto de dois mancais combinados escora/guia na extremidade do gerador

1 Air to water cooler
2 Air baffles
3 Fan
4 Slipring compartment
5 Turbine oil head
6 Double shell cooler
7 Cover
8 Generator rotor
9 Generator stator
10 Platform
11 Bulb nose
12 Access shaft
13 Bearing and Transformer cooling water
14 Turbine guide bearing
15 Vertical support
16 Stay column
17 Inner stay ring
18 Outer stay ring
19 Guide vanes
20 Turbine shaft
21 Turbine runner



Hydro



1 Resfriador ar/árgua
2 Condutores de ar
3 Ventilador
4 Compartimento dos anéis de contato
5 Condutor de óleo da turbina
6 Trocador de calor água/água
7 Tampa
8 Rotor do gerador
9 Estator do gerador
10 Plataforma
11 Extremidade do bulbo
12 Poço de acesso
13 Água de resfriamento do mancal e do transformador
14 Mancal guia da turbina
15 Pedestal de apoio
16 Coluna vertical
17 Anel estacionário interno
18 Anel estacionário externo
19 Dispositivos de guia
20 Eixo da turbina
21 Hélices da turbina

BEARING ARRANGEMENT
ARRANJO DO MANCAL

The preferred bearing arrangement for units of almost all sizes and ratings is the two-bearing design with overhanging generator rotor and turbine runner.
The combined thrust and guide bearing is located downstream next to the generator rotor and in most cases comes with the generator.
Only the largest generators require three bearings. In this case the additional guide bearing, allowing free axial movement, is located in the bulb nose. Easy accessibility is still possible.

O arranjo do mancal mais utilizado para a maioria das unidades de todos tamanhos e potências é o projeto de mancal duplo, com rotor do gerador e rotor da turbina salientes.
O mancal combinado escora/guia encontra-se localizado a jusante, próximo do rotor do gerador e geralmente está incluso no escopo de fornecimento.
Somente para as unidades maiores requer-se mancal triplo. Neste caso um mancal de guia, permitindo movimento axial livre, está localizado na extremidade do bulbo. Apesar disto mantém-se o acesso fácil.

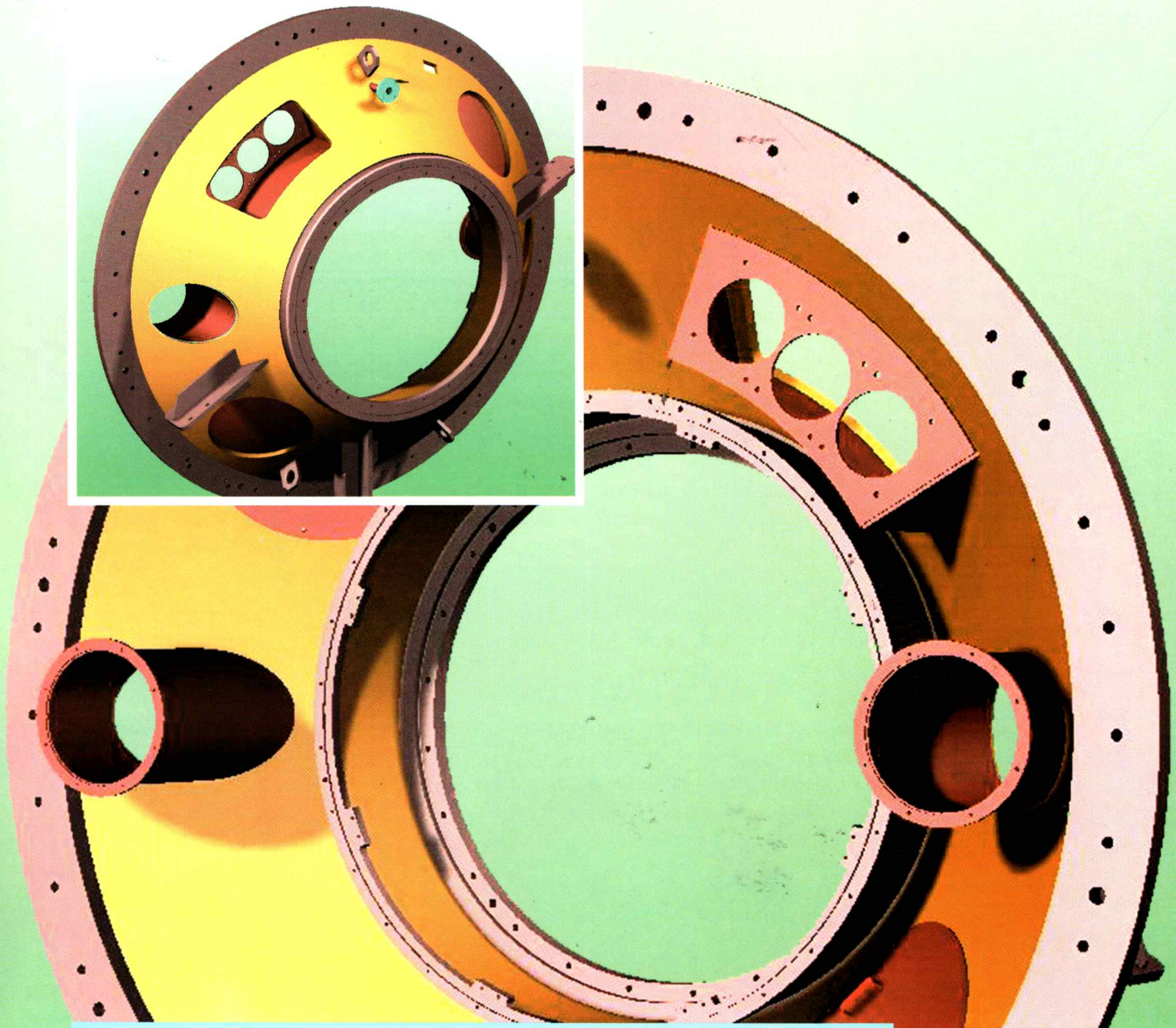
BEARINGS AND LUBRICATION
MANCAIS E LUBRIFICAÇÃO

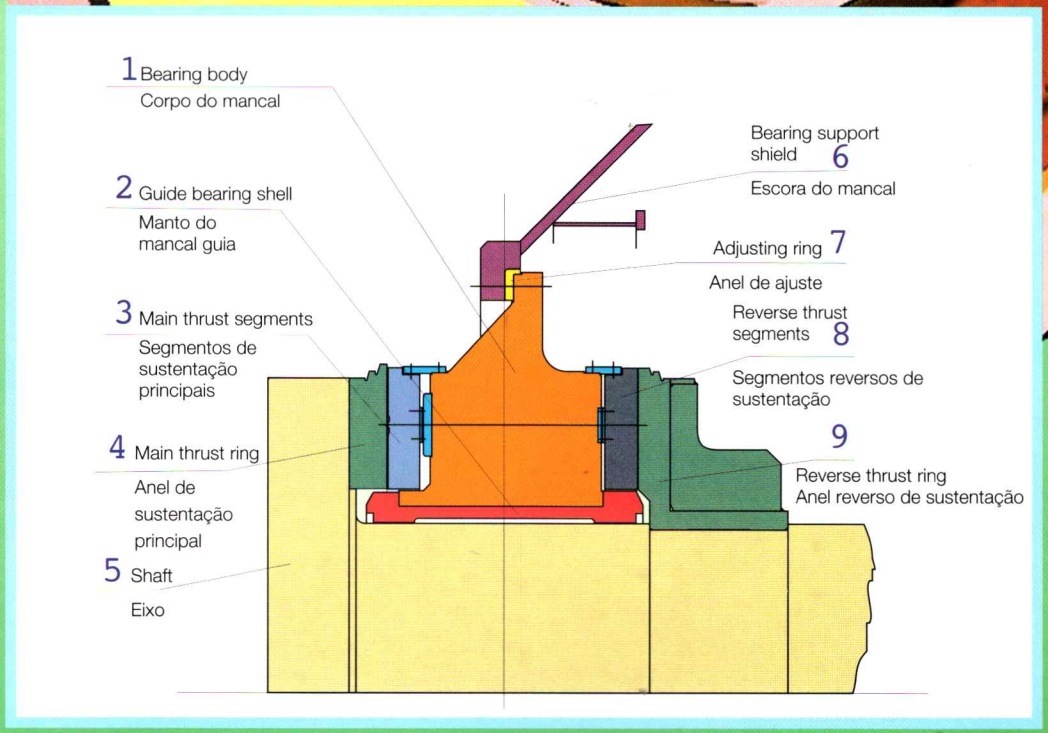
Principal features of the VA TECH ELIN design for bearings and lubrication oil system include:

- minimum distance between centroidal axes of rotor and guide bearing
- low losses
- convenient handling and removal of parts for inspection and maintenance
- self-adjusting thrust segments
- common oil supply for generator and turbine bearings
- high-pressure oil injection system for main thrust and guide bearings
- gravity-fed lubrication oil supply or self-pumping system ensuring safe shutdown of unit after total loss of auxiliary power (oil circulating pumps not operating)
- 100% redundancy of principal components such as coolers, filters, pumps, etc.
- Oil vapour exhaust system

As características principais do mancal e do sistema de lubrificação da VA TECH ELIN, são:

- Distância mínima entre o eixo do centro de gravidade do rotor e mancal de guia
- Perdas mínimas
- Fácil manejo e remoção das partes para inspeção e manutenção
- Segmentos de sustentação auto-ajustáveis
- Lubrificação única para mancais do gerador e da turbina
- Sistema de injeção de óleo de alta pressão para o mancais principais, escora e mancal de guia
- Lubrificação através de sistema por gravidade ou sistema de injeção automática, assegurando o desligamento total da unidade após queda da energia auxiliar (bombas de circulação de óleo fora de operação).
- 100% de redundância dos componentes principais como resfriadores, filtros, bombas, etc.
- Sistema de exaustão do vapor do óleo




1 Bearing body
Corpo do mancal
2 Guide bearing shell
Manto do mancal guia
3 Main thrust segments
Segmentos de sustentação principais
4 Main thrust ring
Anel de sustentação principal
5 Shaft
Eixo
Bearing support shield 6
Escora do mancal
Adjusting ring 7
Anel de ajuste
Reverse thrust segments 8
Segmentos reversos de sustentação
9
Reverse thrust ring
Anel reverso de sustentação

ACCESSIBILITY
ACESSIBILIDADE

Maintenance of the turbine in bulb-type power plants is much simpler than in vertical Kaplan units, where major activities on runner or wicket gates require large-scale dismantling of the generator. In bulb-type turbine plants, maintenance work on the turbine can be carried out independently of the generator.

Appropriate design of windings, bearings, cooling and excitation systems, allows for easy accessibility of the generator.

Stator core clamping devices, stator end windings and connections, field and damper windings can easily be accessed for inspection. Removal of stator bars and field poles is possible without dismantling of major components. Coolers, fans, pumps, slip rings, bearing parts, etc. can easily be removed through generator or turbine access shafts.

Considering that the turbine usually requires more maintenance work than the generator, bulb units have an advantage over vertical machines.

A manutenção da turbina em usinas com turbinas tipo bulbo é muito mais simples do que em unidades verticais do tipo Kaplan, nas quais serviços maiores no rotor ou no distribuidor exigem desmontagem do gerador em larga escala. Em usinas com turbinas tipo bulbo podem ser realizados serviços de manutenção na turbina independentemente do gerador.

Através da construção adequada da bobina, mancal e sistema de excitação pode obter-se uma boa acessibilidade ao gerador.

Dispositivos de fixação do estator, pólos do estator e conexões enrolamentos, pólos e enrolamentos de amortecimento podem ser facilmente acessados para inspeções. É possível remover as barras do estator e pólos sem desmontagem de componentes essenciais. Resfriadores, ventiladores, bombas, anéis coletores, partes do mancal, etc. podem ser removidos facilmente através do poço de acesso do gerador ou turbina.

Considerando que, a turbina geralmente requer mais manutenção do que o gerador, as unidades bulbo, levam vantagem em relação às máquinas verticais.

INSTALLATION
MONTAGEM

An efficient and straightforward installation procedure allows for short and economic erection. A suitable size and location of the generator hatch cover is required.

The main erection phase begins after the shaft with turbine and generator bearings have been aligned in their final position. Bulb nose, rotor and stator are lowered one after the other into the water passage and mounted. The heaviest unit is the generator rotor. If the bulb nose is connected to a vertical pier, the main components including stator, rotor, stub shaft, generator bearing, and support shield have to be preassembled and are lowered in one heavy lift. Special fixtures as well as a cradle are needed.

The VA TECH ELIN design for large units with a three-bearing arrangement also allows for a simple installation procedure.

After installation of all turbine and generator parts, a final alignment and rotational check is required, irrespective of the installation procedure.

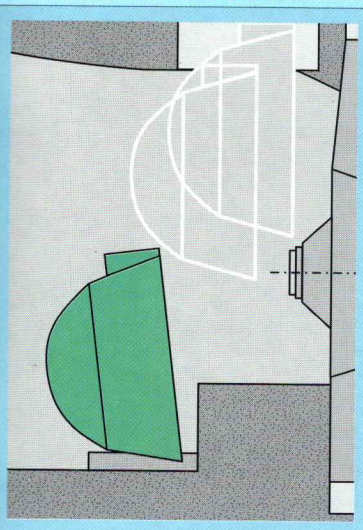
Um procedimento de montagem preciso e eficiente permite uma montagem rápida e econômica, o que requer dimensão e posição apropriada da tampa do gerador.

A fase principal da montagem do gerador inicia quando o mancal da turbina e o mancal do gerador se encontram alinhados com o eixo e na posição definitiva. Extremidade, rotor e estator são rebaixados um após o outro na passagem de água e montados. A parte mais pesada para montagem é o estator ou o rotor.

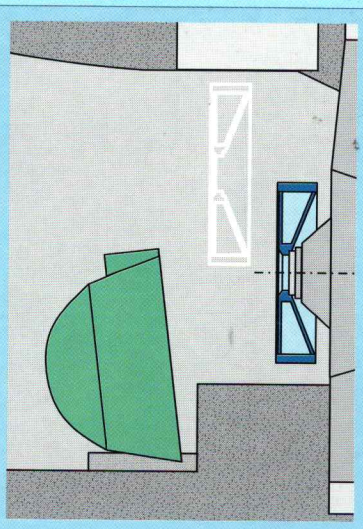
Estando a cúpula conectada ao pier vertical, devem ser pré-montados os componentes principais: estator, rotor, estabilizador do eixo, mancal e blindagem de suporte e rebaixados por um guindaste. Equipamentos especiais, como berço, são necessários.

O design VA TECH ELIN para unidades maiores com arranjo de três mancais, também permite uma montagem simples.

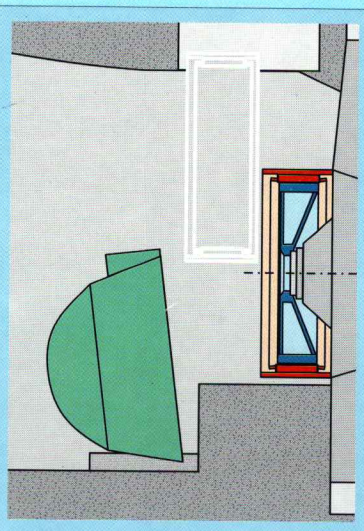
Após a montagem de todas as partes é necessário executar o teste rotacional, independentemente do procedimento de montagem escolhido.



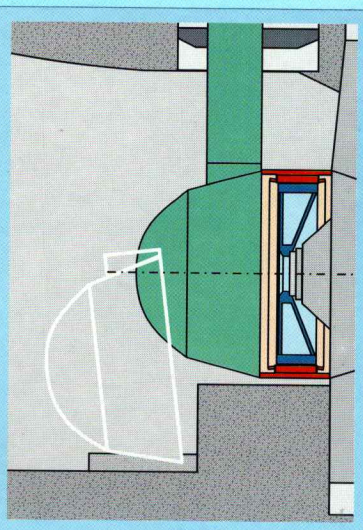
Set down bulb nose and cooler ring in the turbine intake
Montagem da extremidade do bulbo e do anel de resfriamento na abertura da turbina



Flange the generator rotor to the turbine shaft (bearings already in final position)
Flange do rotor do gerador no eixo da turbina (mancais já na posição final)



Flange generator stator to the turbine stayring (turbine runner already assembled)
Flange do estator do gerador no anel estacionário da turbina
(hélices da turbina já montadas)



Flange bulb to the stator. Assemble components in the nose section. Install access shaft, pipes, phase leads
Flange do estator do bulbo. Montagem dos componentes na seção da extremidade do bulbo. Instalação do poço de acesso, tubos, condutores de fases

EXCITATION
EXCITAÇÃO

For bulb generators, static excitation systems as well as rotating exciters and rectifiers are used.
Slip rings for the static excitation system are usually placed on the upstream side of the rotor and enclosed in a separate ventilated compartment. Thus, the generator cooling air circuit, the bulb nose, and the slip rings form three completely separated areas. Contamination of the generator and reduction of brush lifetime by brake dust are eliminated.
Characteristics of static excitation systems include:

- high ceiling voltage and short system response times
- fast de-excitation by negative excitation
- reduced increase of voltage after load rejection
- direct measurement and protection of field circuit
- large, easily accessible space in the bulb nose
- convenient testing possibilities
- application of electric braking
- high system efficiency

Characteristics of rotating exciters include:

- elimination of brushes
- static voltage regulator without forced cooling
- elimination of heavy gauge excitation cables

Para turbo-geradores são utilizados sistemas de excitação estáticos ou rotativos e retificadores.
Anéis de contato para o sistema de excitação estático situam-se usualmente na direção da corrente do lado montante do rotor em compartimento próprio ventilado. O circuito de resfriamento do gerador, a extremidade e as superfícies de contato formam três áreas completamente separadas, eliminando-se contaminação do gerador por poeira e redução do período de escovamento.
As características do sistema de excitação estático são:

- tensão de teto alta, resposta do sistema rápida
- desexcitação rápida através de excitação negativa
- aumento de tensão reduzido após rejeição de carga
- medição e proteção diretas do circuito de campo
- mais espaço e acesso fácil na extremidado do bulbo
- convenientes possibilidades para testes
- utilização de frenagem elétrica
- sistema de alta eficiência

Características do sistema de excitação rotativa são

- eliminação de escovas
- regulador de tensão estática sem resfriamento forçado
- eliminação de cabos de excitação de grandes bitolas

HIGH VOLTAGE WINDING
ENROLAMENTO DE ALTA TENSÃO

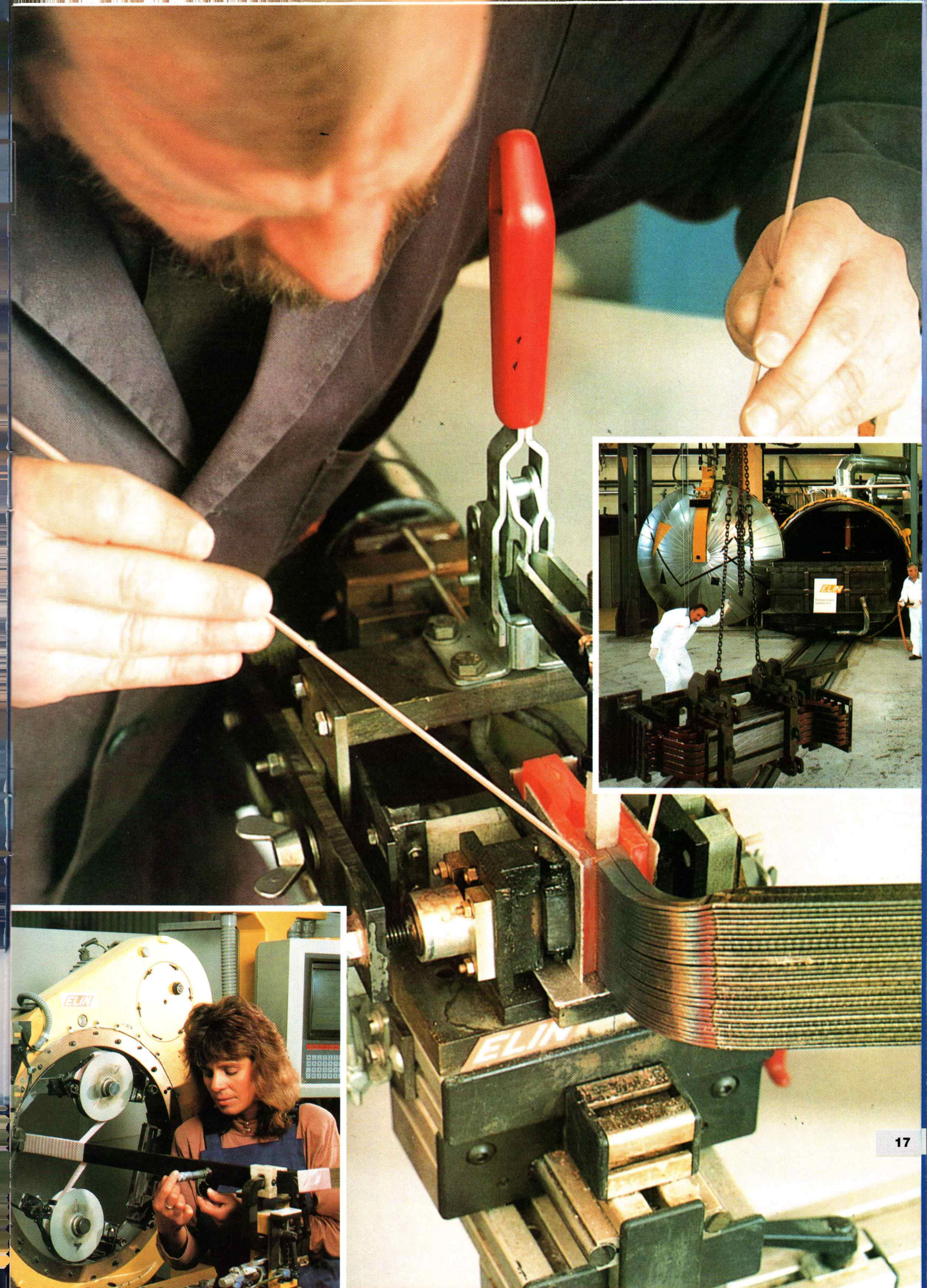
VA TECH ELIN utilises its state-of-the-art VACUBAND High Voltage Insulation System offering the following outstanding features:

- Vacuum Pressure Impregnation (VPI), since 1970
- class F insulation
- all insulation materials fire retardant according to IEC 695, Part 2-2 or UL 94 (V-0)
- high quality due to automated winding process
- integrated potential grading system
- electrical field reduction by internal potential grading
- bars tested at 3 times the rated voltage
- all bars with low partial discharge level
- voltage endurance of system empirically demonstrated up to 13,500 hours
- elastic winding fitting system, since 1984
- brazed winding connections

VA TECH ELIN utiliza o sistema de isolação de alta tensão VACUBAND: com as seguintes características:

- impermeabilização à pressão de vácuo (VPI), desde 1970
- Isolação classe F
- todos materiais de isolação essenciais não-inflamáveis, conforme normas IEC 695, Parte 2-2 ou UL 94 (V-0)
- alta qualidade com bobinagem automática
- sistema de regulação de potencial integrado
- redução do campo elétrico com regulação de potencial interna
- barras testadas ao valor de tensão 3 x nominal
- todas barras com baixo nível de descarga parcial
- Resistência à fadiga do sistema de tensão comprovado empiricamente até 13.500 horas
- sistema de fixação elástica do enrolamento, desde 1984
- ligações do enrolamento soldadas com brasagem

Hydro


ELIN
ELIN
ELIN

FUTURE TRENDS
TENDÊNCIAS FUTURAS

Contrary to earlier trends towards small bulb diameters, nowadays larger diameters of up to 1.3 times the turbine runner are used, offering the following advantages:

- high inertia constant
- high generator efficiency
- simple and effective cooling system compared to pressurized systems
- reduced mechanical stress
- increased bulb nose space

So far low heads have been a domain of gear driven generators. A new and highly competitive concept for ratings up to 15 MVA has now opened up this sector for directly driven applications. The generator is cooled directly by the surrounding river waters. Low losses and therefore high efficiency have made this type of generator feasible. A simple design with only one common access shaft on the turbine side makes the solution economically efficient.

The range of sizes and ratings for bulb-type units has also been extended. Diameters of 9 m and ratings of 55 MW are already in operation. Detailed studies have shown that bulb units for ratings up to 150 MVA are feasible already today.

At sites with very large head variations, turbines running at variable speed are considered the most efficient solution. In this case a static converter connects the generator to the grid. Thus, some tidal power projects might become economically feasible.

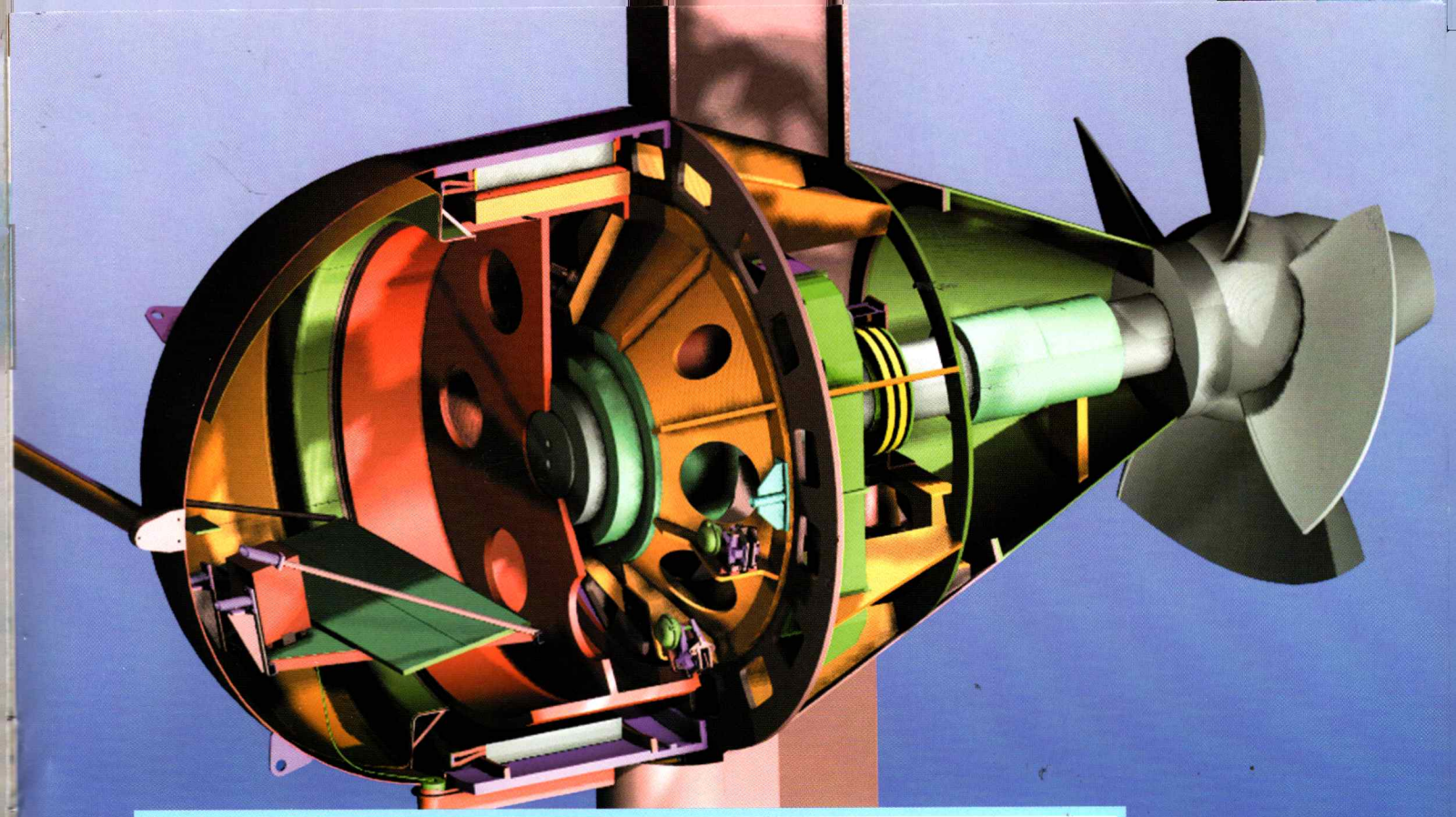
Em contraposição aos antigos pequenos diâmetros do bulbo, hoje em dia são comuns, diâmetros até 1,3 vezes maiores do que o rotor da turbina, apresentando as seguintes vantagens:

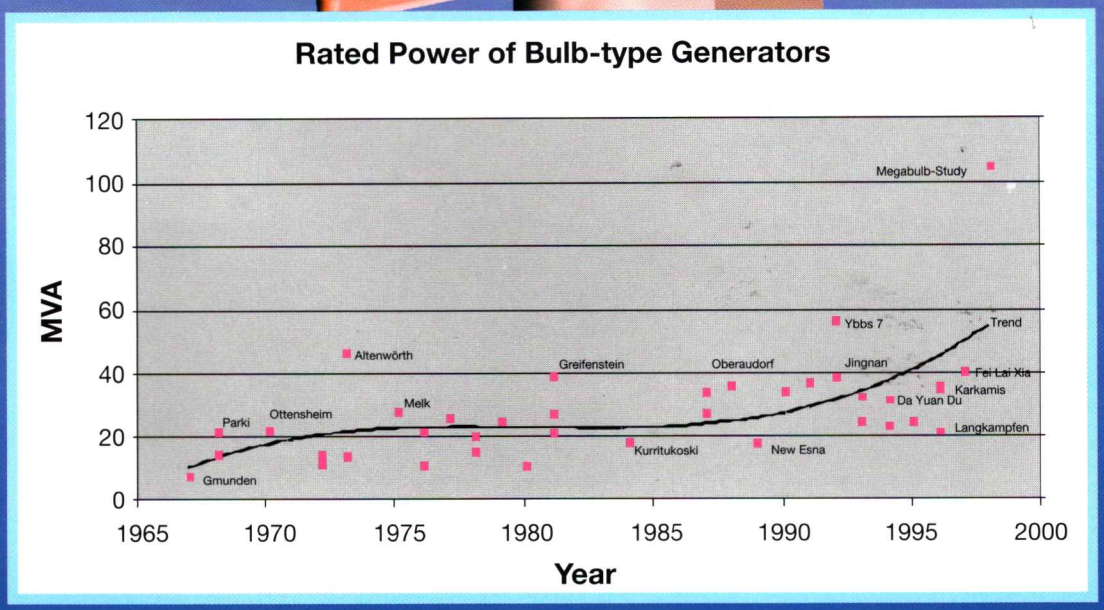
- alta constância de inércia
- alta eficiência do gerador
- sistema de resfriamento simples e eficiente comparado com sistemas pressurizados
- tensão mecânica reduzida
- cúpula mais espaçosa

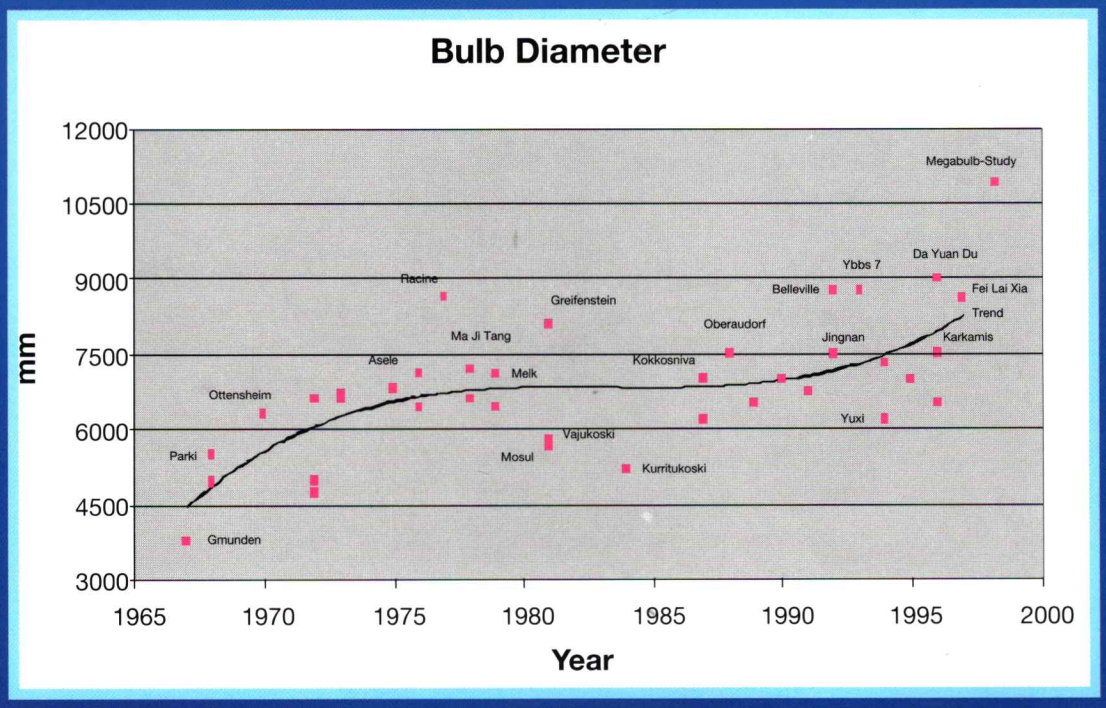
Baixas alturas da queda eram até então dominadas por gerador de engrenagens. Um conceito novo e muito competitivo para capacidades até aproximadamente 15 MVA abre espaço para aplicações com acionamento direto. O gerador é resfriado diretamente com a água do rio à jusante, possibilitando baixas perdas e alta eficiência. A construção simples com aceso único à turbina, faz deste gerador uma solução econômica.

Os tamanhos e as potências de turbo-geradores também aumentaram. Diâmetros de 9 m e potências de 55 MW são hoje realidade. Estudos detalhados mostram que podem ser construídos de imediato geradores para uma potência de 150 MVA.

Para grandes variações da queda, turbinas com rotação variável apresentam a solução mais econômica. Nestes casos gerador e rede são conectados a um conversor estático. Esta opção pode tornar projetos de maré economicamente viáveis .




Rated Power of Bulb-type Generators
MVA
Year
120
100
80
60
40
20
0
1965
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
Megabulb-Study
Ybbs 7
Trend
Altenwörth
Greifenstein
Oberaudorf
Jingnan
Fei Lai Xia
Karkamis
Da Yuan Du
Melk
Ottensheim
Parki
Langkampfen
Kurritukoski
New Esna
Gmunden


Bulb Diameter
mm
Year
12000
10500
9000
7500
6000
4500
3000
1965
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
Megabulb-Study
Da Yuan Du
Ybbs 7
Racine
Belleville
Fei Lai Xia
Greifenstein
Trend
Oberaudorf
Ma Ji Tang
Jingnan
Karkamis
Asele
Kokkosniva
Melk
Ottensheim
Yuxi
Vajukoski
Parki
Mosul
Kurritukoski
Gmunden

VA TECH ELIN GmbH & Co

VIENNA HEADQUARTERS
Penzinger Strasse 76
A-1140 Vienna
Phone: (++43/1) 89 100
Fax: (++43/1) 89 46 046
e-mail: contact@vatech.elin.at

LINZ BRANCH
Lunzer Strasse 64
A-4031 Linz
Phone: (++43/732) 6989 9386
Fax: (++43/372) 6980-5262

ENNSDORF BRANCH
Wiener Strasse 37a
A-4482 Ennsdorf/Enns
Phone: (++43/7223) 861 81-0
Fax: (++43/7223) 861 81-30

WEIZ PLANT
Elingasse 3
A-8160 Weiz
Phone:(++43/3172) 606
Fax: (++43/3172) 3724

International Subsidiaries and Representative Offices Power Generation

AUSTRALIA

VA TECH Australia Pty Ltd.
16 Miles Street
P.O. Box 4155
Mulgrave
Viktoria 3170
Phone: (++61/3) 9264 9988
Fax: (++61/3) 9574 9556
e-mail: VATECHAustralia@bigbond.com.a

BRAZIL

VA TECH ENERG
Rua Bernardo Guimarãs
2063 Lourdes
30.140-082 Belo Horizonte
MG-Brasil
Phone: (++55/31) 337 2044
Fax: (++55/31) 337 2430
e-mail: energnet@vatech_energ.com.br

CZECH REPUBLIC

VA TECH ELIN s.r.o.
Masinova 18
CZ-18200 Praha 8
Phone: (++420/2) 688 9970
Fax: (++420/2) 689 0107
e-mail: elinprg@iol.cz

GERMANY

VA TECH ELIN Energietechnik GmbH
Landsberger Allee 366
D-12681 Berlin
Phone: (++49/30) 5491 5500
Fax: (++49/30) 5491 5501
e-mail: petra.horwath@vatech.elin.at

VA TECH ELIN Energietechnik GmbH
Sales Office North/West Germany
Baumstrasse 40
D-47198 Duisburg
Phone: (++49/2066) 992 226
Fax: (++49/2066) 992-100
e-mail: hol@eet.elinebg.at

HUNGARY

VA TECH ELIN GmbH
Representative Office Budapest
Buday László u. 12
H-1024 Budapest
Phone: (++36/1) 345 4539
Fax: (++36/1) 345 4541
e-mail: vatechbp@mail.elender.hu

INDIA

CG ELIN Power Systems Ltd.
D-17, MPAKVN Industrial Area
Mandideep 462 046
Dist. Raisen, near Bhopal (M.P.)
Phone: (++91) 7480 33714
Fax: (++91) 7480 33702
e-mail: cgelin@wr1.vsnl.net.in

VA TECH India Private Ltd.
Palani Centre, 3rd Floor
32 Venkatanarayana Road
T. Nagar, Chennai (Madras) 600 017
Phone: (++91/44) 4323 114
Fax: (++91/44) 4323 118
e-mail: kurt@giasmd01.vsnl.net.in

INDONESIA

PT. VA TECH ELIN Indonesia
Jl. Talang No. 3
RI-Jakarta 10320
Phone: (++62/21) 390 4367
Fax: (++62/21) 390 5006
e-mail: elindo@ibm.net

IRAN

VA TECH ELIN Iran Commercial and Engineering Company
Khaled Eslamboli Ave. 21st Street
No. 9, 2nd floor
Tehran 15139
Phone: (++98/21) 871 96 18
Fax: (++98/21) 871 64 13

MALAYSIA

VA TECH Electric Industries Sdn. Bhd.
16th Floor, Menara Haw Par
Jalan Sultan Ismail
50250 Kuala Lumpur
Phone: (++60/3) 925 1653
Fax: (++60/3) 206 6770
e-mail: eeimal@tm.net.my

ENTRUTECH Sdn. Bhd.
16th Floor, Menara Haw Par
Jalan Sultan Ismail
50250 Kuala Lumpur
Tel.: (++60/3) 925 1653
Fax: (++60/3) 206 6770

MEXICO

VA TECH ELIN Mexicana, S.A. de C.V.
Col. Cuauhtémoc
Paseo de la Reforma 509-10
06500 Mexico, D.F.
Phone: (++52/5) 211 1557
Fax: (++52/5) 211 4272
e-mail: elinmex@mail.internet.com.mx

POLAND

VA TECH ELIN GmbH
Representative Office Warszawa
ul. Stawki 2 / intraco 6p
PL-00193 Warszawa
Phone: (++48/22) 6357 023
Fax: (++48/22) 6356 987
e-mail: avlplwar@optimus.waw.pl

P.R.CHINA

VA TECH ELIN GmbH
Beijing Representative Office
No. 7 Guanghua Road
Hanwei Plaza 18/B3-7
Chaoyang District
100004 Beijing
Phone: (++86/10) 6561 3388
Fax: (++86/10) 6561 4192
e-mail: fritz.holzinger@vatech.elin.at

VA TECH ELIN GmbH
Shanghai Representative Office
No. 1 Huaihai Zhong Road
The New Tower No. 19-06
200021 Shanghai
Phone: (++86/21) 6386 3757
Fax: (++86/21) 6386 9416
e-mail: elinsha@public2.sta.net.cn

VA TECH ELIN GmbH
Chengdu Representative Office
Jintaige 3-2A, Fangcaodi
No. 88, Section 4, Renminnanlu Rd.
610041 Chengdu
Phone: (++86/28) 5158 621
Fax: (++86/28) 5195 326

VA TECH ELIN GmbH
Guangzhou Co. Ltd.
No. 555, Renim Zhong Road
Unit 1214
Bank of America Plaza
510180 Guangzhou
Phone: (++86/20) 8130 0945
Fax: (++86/20) 8130 0950
e-mail: elingz@public.guangzhou.gd.cn

VA TECH ELIN GmbH
Hong Kong Representative Office
Unit 190324, CC Wu Building
302 - 308 Hennessy Road
Wanchai, Hong Kong
Phone: (++852) 2891 6382
Fax: (++852) 2893 4360
e-mail: eehk@netvigator.com

SLOVAKIA

VA TECH ELIN Kosice
Ciernomorska 3
SK-040012 Kosice
Tel: (++421/95) 745 765
Fax: (++421/95) 745 765

SWEDEN

VA TECH ELIN Svenska AB
P.O. Box 5223
S-10245 Stockholm
Phone: (++46/8) 66 28 732
Fax: (++46/8) 66 22 357
e-mail: ole.wolff@vatech.elin.at

THAILAND

VA TECH International Thailand
12/B Lake Rajada Office Complex
193/44 Ratchdapisek Road
Kwaeng Klongtoey, Khet Klongtoey
Bangkok 10110
Phone: (++66/2) 264 0353
Fax: (++66/2) 264 0362
e-mail: elinbkk@loxinfo.co.th

TURKEY

VA TECH ELIN Elmak Elektromekanik Sist. Tic. Ltd. Sti.
Billur Sok. 5/7-8
TR-06700 Kavaklidere, Ankara
Phone: (++90/312) 466 3580
Fax: (++90/312) 466 3611
e-mail: elin@tr-net.net.tr

U.A.E.

VA TECH International
Representative Office Dubai
Dubai Airport Free Zone West 1
Suite 220
P.O.Box 54338
Dubai
Phone: (++971/4) 299 47 90
Fax: (++971/4) 299 47 92
e-mail: vatechvl@emirates.net.ae

U.K.

VA TECH UK Ltd.
Hebburn
Tyne & Wear
NE 31 1UP
Phone: (++44/191) 401 5555
Fax: (++44/191) 401 5353

USA

VA TECH ELIN USA Corporation
Lincoln Building Suite 4519
60 East 42nd Street
New York, N.Y. 10165
Tel.: (++1/212) 808 4470
Fax: (++1/212) 808 4473
e-mail: elinusa@aol.com

Imprint / Pie de Imprenta
Publisher: VA TECH ELIN GmbH & Co KG, Penzingerstrasse 76, Vienna, Austria